

5

Ventil, insbesondere für eine Hochdruckpumpe einer  
Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung geht aus von einem Ventil, insbesondere für eine Hochdruckpumpe einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

15

Eine Hochdruckpumpe mit einem solchen Ventil ist durch die DE 197 44 577 A1 bekannt. Diese Hochdruckpumpe weist ein Gehäuse auf, in dem das als Rückschlagventil ausgebildete Ventil angeordnet ist. Das Ventil weist ein Ventilglied in Form einer Kugel auf, das mit einem im Gehäuseteil

20

gebildeten Ventilsitz zusammenwirkt, um eine Verbindung eines Pumpenarbeitsraums der Hochdruckpumpe mit einem Kraftstoffauslass freizugeben bzw. zu verschließen. Der Ventilsitz weist eine zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche auf. Um eine sichere Abdichtung des Ventilsitzes durch das Ventilglied zu erreichen muß die Form der Sitzfläche hinsichtlich der Rundheit und der

25

Oberflächenebenheit sehr genau hergestellt werden. Hierzu ist eine aufwendige Bearbeitung der Sitzfläche beispielsweise mittels Schleifen erforderlich. Bei dem

30

bekannten Ventil ist die Sitzfläche groß ausgebildet, so dass deren Bearbeitung ein großes Werkzeug erfordert und zeitaufwendig ist und unter Umständen zu einem großen Materialabtrag führt. Wenn das Gehäuseteil der

35

die gehärtete Oberflächenschicht des Gehäuseteils abgetragen werden, so dass dann keine ausreichende Festigkeit der Sitzfläche mehr vorhanden ist und diese einem starken Verschleiß unterliegt. Darüberhinaus ist die Durchströmung

des bekannten Ventils wegen der starken Strömungsumlenkung und der damit verbundenen Strömungsverluste an der Sitzfläche nicht optimal.

5 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Sitzfläche durch die sich an diese anschließenden Flächen mit abweichender  
10 Neigung deutlich abgesetzt ist und dadurch einfacher zu bearbeiten ist, eine geringe Ausdehnung aufweist und ein geringerer Materialabtrag erforderlich ist, so dass bei einem gehärteten Gehäuseteil die gehärtete  
15 Oberflächenschicht auch an der Sitzfläche erhalten bleibt. Außerdem wird durch die sich an die Sitzfläche anschließenden Flächen eine allmähliche Umlenkung der Strömung erreicht, wodurch die Strömungsverluste verringert sind.

20 In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ventils angegeben. Die Ausbildungen gemäß den Ansprüchen 2 und 3 ermöglichen eine weitere Verringerung der Größe der Sitzfläche und damit eine Vereinfachung von deren  
25 Bearbeitung und eine weitere Verringerung der Strömungsverluste. Die Ausbildung gemäß Anspruch 4 ermöglicht ebenfalls eine weitere Verringerung der Strömungsverluste. Die erfindungsgemäße Hochdruckpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 7 hat den Vorteil, dass diese  
30 einfach herstellbar ist und eine gute Durchströmung von deren Einlass- und/oder Auslassventil erreicht ist.

Zeichnung

35 Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung

näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine, Figur 2 ein Ventil der Hochdruckpumpe in vergrößerter Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einem vorbearbeiteten Zustand, Figur 3 das Ventil in einem fertigbearbeiteten Zustand, Figur 4 das Ventil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel im vorbearbeiteten Zustand, Figur 5 das Ventil gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel im fertigbearbeiteten Zustand und Figur 6 das Ventil gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel im fertigbearbeiteten Zustand.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 bis 6 ist eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine dargestellt. Die Hochdruckpumpe weist wie in Figur 1 dargestellt ein Gehäuse 10 auf, das mehrteilig ausgebildet ist und in dem eine Antriebswelle 12 angeordnet ist. Die Antriebswelle 12 ist im Gehäuse 10 drehbar gelagert und wird in nicht näher dargestellter Weise durch die Brennkraftmaschine rotierend angetrieben.

Die Antriebswelle 12 weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse 13 ausgebildeten Wellenabschnitt 14 auf, auf dem ein Übertragungselement 16 in Form eines Polygonrings drehbar gelagert ist. Die Hochdruckpumpe weist wenigstens ein, vorzugsweise mehrere im Gehäuse 10 angeordnete Pumpenelemente 18 mit jeweils einem Pumpenkolben 20 auf, der durch den Polygonring 16 in einer Hubbewegung in zumindest annähernd radialer Richtung zur Drehachse 13 der Antriebswelle 12 angetrieben wird. Der Pumpenkolben 20 ist in einer Zylinderbohrung 22 im Gehäuse 10 oder einem Einsatz im Gehäuse 10 dicht verschiebbar geführt und begrenzt mit seiner dem Übertragungselement 16 abgewandten Stirnseite in der Zylinderbohrung 22 einen Pumpenarbeitsraum 24. Der

Pumpenarbeitsraum 24 weist über einen im Gehäuse 10 verlaufenden Kraftstoffzulaufkanal 26 eine Verbindung mit einem Kraftstoffzulauf, beispielsweise einer Förderpumpe auf. An der Mündung des Kraftstoffzulaufkanals 26 in den Pumpenarbeitsraum 24 ist ein in den Pumpenarbeitsraum 24 öffnendes Einlassventil 28 angeordnet, das ein federbelastetes Ventilglied 29 aufweist. Der Pumpenarbeitsraum 24 weist ausserdem über einen im Gehäuse 10 verlaufenden Kraftstoffablaufkanal 32 eine Verbindung mit einem Auslass auf, der beispielsweise mit einem Speicher 110 verbunden ist. Mit dem Speicher 110 sind ein oder mehrere Injektoren 120 verbunden, durch die Kraftstoff an der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. An der Mündung des Kraftstoffablaufkanals 32 in den Pumpenarbeitsraum 24 ist ein aus dem Pumpenarbeitsraum 24 öffnendes Auslassventil 34 angeordnet, das ebenfalls ein federbelastetes Ventilglied 35 aufweist.

Der Pumpenkolben 20 stützt sich über einen Stößel 38 an dem auf dem Wellenabschnitt 14 gelagerten Polygonring 16 ab. Der Stößel 38 ist hülsenförmig ausgebildet und liegt mit seinem geschlossenen Ende am Polygonring 16 an. Der Stößel 38 ist in einer Bohrung 40 im Gehäuse 10 der Hochdruckpumpe verschiebbar mit geringem Spiel geführt. Der Pumpenkolben 20 wird durch eine vorgespannte Rückstellfeder 42 mit seinem Kolbenfuss in Anlage an der Innenseite des Bodens des Stößels 38 gehalten und der Stößel 38 wird durch die Rückstellfeder 42 mit der Außenseite seines Bodens in Anlage am Polygonring 16 gehalten. Bei der Drehbewegung der Antriebswelle 12 wird der Polygonring 16 nicht mit dieser mitbewegt, führt jedoch aufgrund des Exzenterabschnitts 14 eine Bewegung senkrecht zur Drehachse 13 der Antriebswelle 12 aus, die die Hubbewegung des Pumpenkolbens 20 bewirkt. Der Polygonring 16 weist in seinem Außenmantel für jedes Pumpenelement 18 eine Abflachung 17 auf, an der der Stößel 38 anliegt. Beim Saughub des Pumpenkolbens 20, bei dem sich

dieser radial nach innen bewegt, wird der Pumpenarbeitsraum 24 durch den Kraftstoffzulaufkanal 26 bei geöffnetem Einlassventil 28 mit Kraftstoff befüllt, wobei das Auslassventil 34 geschlossen ist. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 20, bei dem sich dieser radial nach aussen bewegt, wird durch den Pumpenkolben 20 Kraftstoff unter Hochdruck durch den Kraftstoffablaufkanal 32 bei geöffnetem Auslassventil 34 zum Speicher 110 gefördert, wobei das Einlassventil 28 geschlossen ist.

In den Figuren 2 bis 6 ist jeweils ein Ventil der Hochdruckpumpe vergrößert dargestellt, das das Einlassventil 28 oder das Auslassventil 34 der Hochdruckpumpe sein kann. Nachfolgend wird das Ventil als Auslassventil 34 näher erläutert. Der Kraftstoffablauf 32 verläuft als Bohrung im Gehäuse 10 der Hochdruckpumpe, wobei die Bohrung einen in den Pumpenarbeitsraum 24 mündenden Bohrungsabschnitt 32a mit kleinem Durchmesser und einen an der Außenseite des Gehäuses 10 mündenden Bohrungsabschnitt 32b mit großem Durchmesser aufweist. Im Bohrungsabschnitt 32b ist das als Kugel ausgebildete Ventilglied 35 des Ventils 34 angeordnet. Der Durchmesser des Ventilglieds 35 ist kleiner als der Durchmesser des Bohrungsabschnitts 32b, jedoch größer als der Durchmesser des Bohrungsabschnitts 32a. Am Übergang zwischen den Bohrungsabschnitten 32a, 32b ist ein Ventilsitz 44 im Gehäuse 10 gebildet, mit dem das Ventilglied 35 zum Verschließen und Freigeben des Kraftstoffablaufs 32 aus dem Pumpenarbeitsraum 24 zusammenwirkt. Das Ventilglied 35 wird durch eine zwischen diesem und einem den Bohrungsabschnitt 32b nach außen verschließenden Verschlusselement 46 eingespannte Schließfeder 48 gegen den Ventilsitz 44 gepresst. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 24, der über den Bohrungsabschnitt 32a auf das Ventilglied 35 wirkt, auf das Ventilglied 35 eine größere Kraft erzeugt als die Schließfeder 48, so hebt das Ventilglied 35 vom Ventilsitz 44 ab und gibt den Kraftstoffablauf frei. In den

Bohrungsabschnitt 32b mündet eine weitere Bohrung 50, die über eine Leitung mit dem Speicher 110 verbunden ist.

5 In den Figuren 2 und 3 ist das Ventil 34 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. In Figur 2 ist das Gehäuse 10 der Hochdruckpumpe in einem vorbearbeiteten Zustand dargestellt, wobei der Ventilsitz 44 zwei unterschiedliche stark zur Längsachse 33 der Bohrungsabschnitte 32a, 32b geneigte Flächen 52, 54 aufweist, die jeweils zumindest annähernd kegelförmig ausgebildet sind. An den Bohrungsabschnitt 32b schließt sich zunächst die stark zur Längsachse 33 geneigte Fläche 52 an und an diese schließt sich zum Bohrungsabschnitt 32a hin die weniger stark zur Längsachse 33 geneigte Fläche 54 an. Die Bohrungsabschnitte 32a, 32b sowie die Flächen 52 und 54 werden durch spanabhebende Bearbeitung des Gehäuses 10 mittels Bohren und/oder Fräsen eingearbeitet. In diesem vorbearbeiteten Zustand wird das Gehäuse 10 gehärtet und anschließend wird mittels eines Schleif- und/oder Hon- und/oder Zerspanwerkzeugs am Übergang zwischen den Flächen 52, 54 eine zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche 45 hergestellt, so dass sich der in Figur 3 dargestellte fertigbearbeitete Zustand ergibt. Zur Herstellung der Sitzfläche 45 ist nur ein in Richtung der Längsachse 33 kurzes Werkzeug erforderlich und es braucht nur ein geringer Materialabtrag am Gehäuse 10 zu erfolgen, so dass die gehärtete Oberflächenschicht des Gehäuses 10 erhalten bleibt. Die Sitzfläche 45 erhält durch die Schleif- und/oder Hon- und/oder Zerspanbearbeitung die erforderliche Rundheit bezüglich der Längsachse 33 und die erforderliche Oberflächenrauigkeit, um eine sichere Abdichtung des Kraftstoffablaufs 32 bei an der Sitzfläche 45 anliegendem Ventilglied 35 zu erreichen. Die Sitzfläche 45 weist in Richtung der Längsachse 33 nur eine kurze Erstreckung auf. Die Sitzfläche 45 ist zur Längsachse 33 beispielsweise unter einem Winkel  $\alpha$  von etwa  $35^\circ$  bis  $45^\circ$  geneigt, so dass sich

ein Kegelwinkel zwischen etwa  $70^\circ$  und  $90^\circ$  ergibt. Die Fläche 52 ist unter einem Winkel  $\beta$  zur Längsachse 33 geneigt, der größer ist als der Winkel  $\alpha$  und die Fläche 54 ist unter einem Winkel  $\gamma$  zur Längsachse 33 geneigt, der kleiner ist als der Winkel  $\alpha$ . Zur Steuerung des Kraftstoffablaufs 32 wirkt das Ventilglied 35 mit der Sitzfläche 45 zusammen. Die Flächen 52,54 schließen sich beiderseits der Sitzfläche 45 an und bilden einen Ein- und Auslaufbereich für den abströmenden Kraftstoff.

In Figur 4 ist das Ventil 34 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt. Abweichend zum ersten Ausführungsbeispiel ist dabei bereits im vorbearbeiteten Zustand gemäß Figur 4 die zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche 45 vorhanden, an die sich beiderseits die ebenfalls zumindest annähernd kegelförmigen Flächen 52,54 anschließen. Im vorbearbeiteten Zustand gemäß Figur 4 wird das Gehäuse 10 der Hochdruckpumpe gehärtet. Anschließend wird die Sitzfläche 45 mittels eines Schleif- und/oder Honwerkzeugs bearbeitet, so dass diese die erforderliche Form erhält. Die Sitzfläche 45 erhält durch die Schleif- und/oder Hon- und/oder Zerspanbearbeitung die erforderliche Rundheit bezüglich der Längsachse 33 und die erforderliche Oberflächenrauigkeit, um eine sichere Abdichtung des Kraftstoffablaufs 32 bei an der Sitzfläche 45 anliegendem Ventilglied 35 zu erreichen.

In Figur 5 ist das Ventil 34 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem das Ventil 34 im wesentlichen gleich wie beim zweiten Ausführungsbeispiel ausgebildet ist, jedoch sich an die sich an die Sitzfläche 45 anschließende Fläche 52 und/oder an die Fläche 54 jeweils wenigstens eine weitere zumindest annähernd kegelförmige Fläche 53 bzw. 55 anschließt. Die an die Fläche 52 auf deren der Sitzfläche 45 abgewandter Seite anschließende Fläche 53 ist dabei stärker zur Längsachse 33 geneigt als die Fläche

52. Die an die Fläche 54 auf deren der Sitzfläche 45  
abgewandter Seite anschließende Fläche 55 ist dabei weniger  
stark zur Längsachse 33 geneigt als die Fläche 54. An die  
Flächen 53,55 können sich weitere Flächen anschließen, wobei  
5 die sich an die Fläche 53 anschließenden Flächen zunehmend  
stärker zur Längsachse 33 geneigt sind und die sich an die  
Fläche 55 anschließenden Flächen zunehmend weniger stark zur  
Längsachse 33 geneigt sind.

10 In Figur 6 ist das Ventil 34 gemäß einem vierten  
Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem sich an die  
Sitzfläche 45 beiderseits jeweils konvex zur Längsachse 33  
hin gewölbte Flächen 152 und 154 anschließen. Die Neigung  
der Fläche 152 zur Längsachse 33 nimmt dabei mit zunehmendem  
15 Abstand von der Sitzfläche 45 in Richtung der Längsachse 33  
zu, während die Neigung der Fläche 154 mit zunehmendem  
Abstand von der Sitzfläche 45 in Richtung der Längsachse 33  
abnimmt. Insgesamt ergibt sich somit ein  
trompetentrichterförmiger Verlauf des Übergangs vom  
20 Bohrungsabschnitt 32a zum Bohrungsabschnitt 32b in dem die  
zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche 45 angeordnet  
ist. Im vorbearbeiteten Zustand schließen die beiden Flächen  
152 und 154 kontinuierlich aneinander an und die zumindest  
annähernd kegelförmige Sitzfläche 45 wird anschließend wie  
25 bei den vorstehenden erläuterten Ausführungsbeispielen durch  
Bearbeitung mittels eines Schleif- und/oder Hon- und/oder  
Zerspanwerkzeugs erzeugt. Die Sitzfläche 45 erhält durch die  
Schleif- und/oder Hon- und/oder Zerspanbearbeitung die  
erforderliche Rundheit bezüglich der Längsachse 33 und die  
30 erforderliche Oberflächenrauigkeit, um eine sichere  
Abdichtung des Kraftstoffablaufs 32 bei an der Sitzfläche 45  
anliegendem Ventilglied 35 zu erreichen. Bei dieser  
trompetentrichterförmigen Ausbildung der Flächen 152 und 154  
wird eine besonders günstige Durchströmung des  
35 Kraftstoffablaufs 32 mit geringen Strömungsverlusten  
erreicht.



5

## Ansprüche

10

15

20

25

1. Ventil, insbesondere für eine Hochdruckpumpe einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Ventilglied (35), das mit einem in einem Gehäuseteil (10) gebildeten Ventilsitz (44) zusammenwirkt, um eine Verbindung (32) zu steuern, wobei der Ventilsitz (44) eine zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche (45) aufweist, die an einem Übergang der Verbindung (32) von einem Abschnitt (32a) mit kleinem Durchmesser zu einem Abschnitt (32b) mit großem Durchmesser angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die Sitzfläche (45) an deren dem Abschnitt (32b) mit großem Durchmesser zugewandte Seite wenigstens eine Fläche (52;152) anschließt, die stärker zur Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigt ist als die Sitzfläche (45), und dass sich an die Sitzfläche (45) an deren dem Abschnitt (32a) mit kleinem Durchmesser zugewandte Seite wenigstens eine Fläche (54;154) anschließt, die weniger stark zur Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigt ist als die Sitzfläche (45).

30

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die zum Abschnitt (32b) der Verbindung (32) mit großem Durchmesser hin an die Sitzfläche (45) anschließende Fläche (52) wenigstens eine weitere, stärker zur Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigte Fläche (53) anschließt.

35

3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die zum Abschnitt (32a) der Verbindung (32) mit kleinem Durchmesser hin an die Sitzfläche (45) anschließende Fläche (54) wenigstens eine weitere, weniger stark zur

Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigte Fläche (55) anschließt.

5 4. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die Sitzfläche (45) anschließenden Flächen (152;154) zur Längsachse (33) der Verbindung (32) hin konvex gewölbt ausgebildet sind.

10 5. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sitzfläche (45) von der Seite des Abschnitts (32b) der Verbindung (32) mit großem Durchmesser her bearbeitet ist, insbesondere durch Schleifen und/oder Honen und/oder Zerspanen.

15 6. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuseteil (10) zumindest im Bereich der Sitzfläche (45) gehärtet ist.

20 7. Hochdruckpumpe, insbesondere für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine, mit einem Pumpengehäuse (10), in dem wenigstens ein Pumpenelement (18) angeordnet ist, das einen durch eine Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (20) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (24) begrenzt, der über ein Einlassventil (28) mit einem Zulauf (26) und über ein Auslassventil (34) mit einem Ablauf (32) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlassventil (28) und/oder das Auslassventil (34) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.

25

30

5

## Zusammenfassung

Das Ventil weist ein Ventilglied (35) auf, das mit einem in einem Gehäuseteil (10) gebildeten Ventilsitz (44) zusammenwirkt, um eine Verbindung (32) zu steuern, wobei der Ventilsitz (44) eine zumindest annähernd kegelförmige Sitzfläche (45) aufweist, die an einem Übergang der Verbindung (32) von einem Abschnitt (32a) mit kleinem Durchmesser zu einem Abschnitt (32b) mit großem Durchmesser angeordnet ist. An die Sitzfläche (45) schließt sich an deren dem Abschnitt (32b) mit großem Durchmesser zugewandte Seite wenigstens eine Fläche (52;152) an, die stärker zur Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigt ist als die Sitzfläche (45), und an die Sitzfläche (45) schließt sich an deren dem Abschnitt (32a) mit kleinem Durchmesser zugewandte Seite wenigstens eine Fläche (54;154) an, die weniger stark zur Längsachse (33) der Verbindung (32) geneigt ist als die Sitzfläche (45).

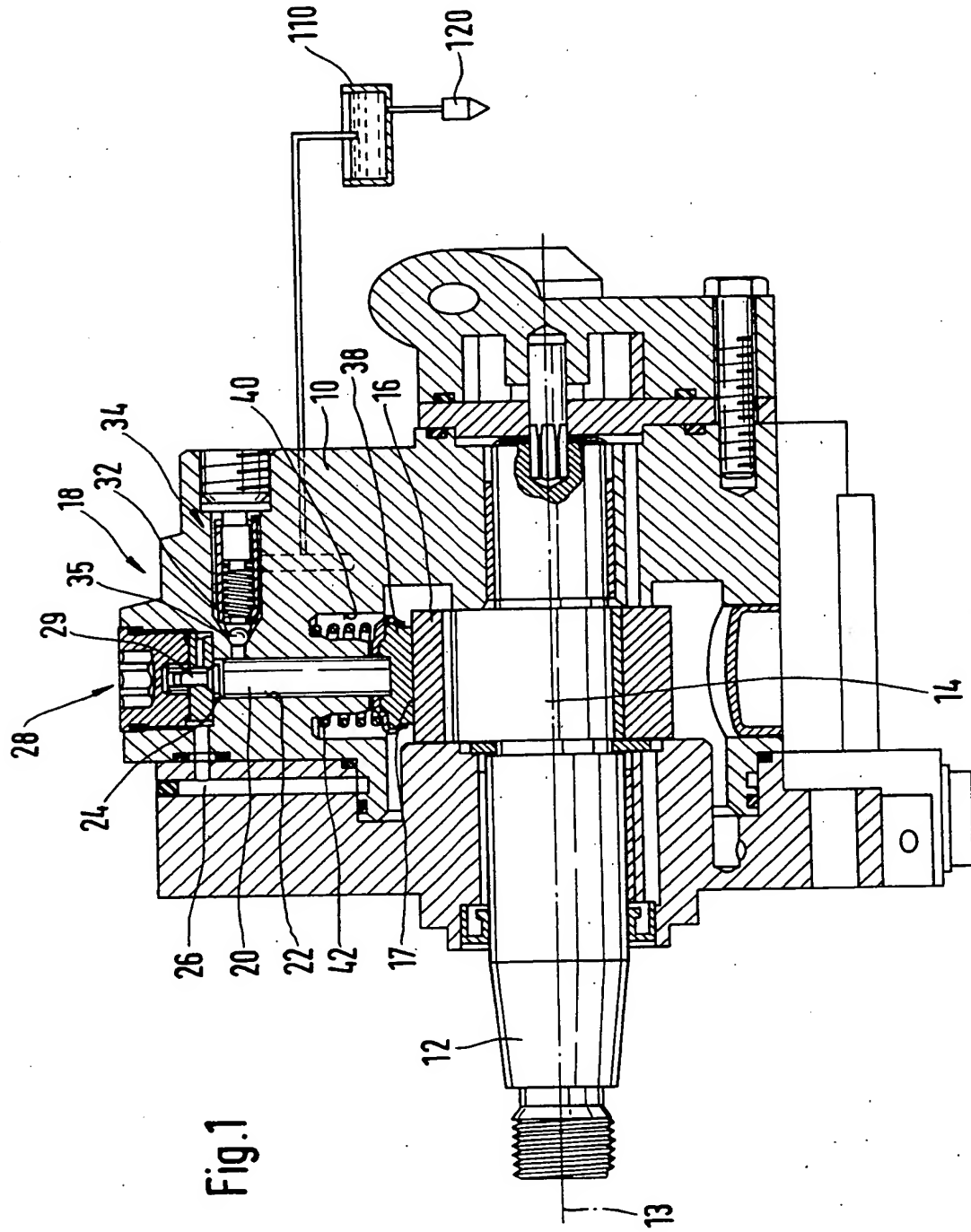


Fig.2

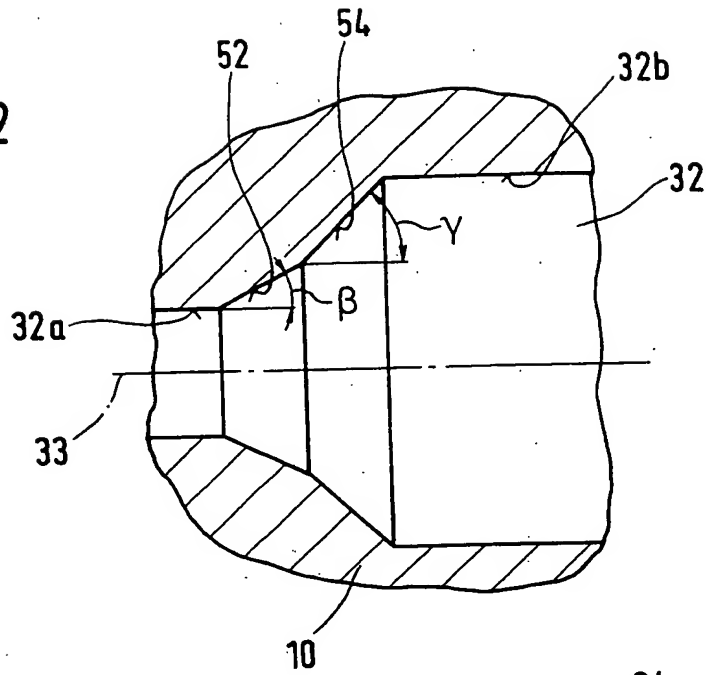


Fig.3

